

Semiconductor laser device

Patent Number: ☐ EP0920096, A3, B1
Publication date: 1999-06-02
Inventor(s): FUKUNAGA TOSHIKI (JP); WADA MITSUGU (JP)
Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD (JP)
Requested Patent: ☐ JP11220224
Application Number: EP19980122308 19981124
Priority Number(s): JP19970323176 19971125; JP19980317644 19981109
IPC Classification: H01S3/19
EC Classification: H01S5/343C, H01S5/343
Equivalents: DE69801974D, DE69801974T, ☐ US6127691
Cited Documents: US5389396; JP9270558

Abstract

A semiconductor laser device comprises a GaAs substrate (1), a first cladding layer (2) having either one of p-type electrical conductivity and n-type electrical conductivity, a first optical waveguide layer (3), an $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}_{1-y}\text{Py}_2$ first barrier layer (4), an $\text{In}_{0.3}\text{Ga}_{0.7}\text{As}_{1-y}\text{Py}_3$ quantum well active layer (5), an $\text{In}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{As}_{1-y}\text{Py}_2$ second barrier layer (6), a second optical waveguide layer (7), and a second cladding layer (8) having the other electrical conductivity, the layers being overlaid in this order on the substrate (1). Each cladding layer (2,8) and each optical waveguide layer (3,7) have compositions, which are lattice matched with the substrate (1). Each of the first and second barrier layers (4,6) has a tensile strain with respect to the substrate (1) and is set such that a total layer thickness of the barrier layers may be 10nm to 30nm, and a product of a strain quantity of the tensile strain and the total layer thickness may be 0.05nm to 0.2nm. The active layer (5) has a composition, which is lattice matched with the substrate (1), or a

composition, which has a tensile strain of at most 0.003 with respect to the substrate (1).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(3)

体レーザ装置は、GaAs基板上に、p型およびn型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、In_{0.52}Ga_{0.48}As_{0.48}−₂Py_{0.52}第二光導波層、In_{0.52}Ga_{0.48}As_{0.48}−₂Py_{0.52}第二光導波層、量子井戸活性層、In_{0.52}Ga_{0.48}As_{0.48}−₂Py_{0.52}第二光導波層、p型およびn型の他方の導電性を有する第二クラッド層が、この順に積層された半導体レーザ装置であって、前記第一および第二クラッド層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記第一および第二光導波層が、前記GaAs基板に対して、その引張り歪の大きさが合材層厚10〜30 nmの層であって、その引張り歪の歪率×合材層厚=0.05〜0.2 mを満足する組成からなり、前記In_{0.52}Ga_{0.48}As_{0.48}−₂Py_{0.52}量子井戸活性層が、前記GaAs基板に格子整合する組成、もしくは、前記GaAs基板に対して0.003までの引張り歪を有する組成からなるものと特徴とするものである。

【0008】本発明による別の半導体レーザ装置は、第一および第二バリア層が $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ 系組成からなり、その他の構成は上記第1の半導体レーザ装置と同様とされたものである。

【0009】ここで、前記会計層とは、前記第一および第二バリア層の層厚を合計したものをいう。

【0010】また第一および第二バリア層の相対GaAs基
底に対する引張り歪の歪量は、該歪量を Δ_1 とし、Ga
As基板の格子定数を a_{GaAs} とし、バリア層の格子定数を
 a_1 とした場合 $\Delta_1 = (a_{\text{GaAs}} - a_1) / a_{\text{GaAs}}$ で表さ
れるものである。

【0011】同様に、前記量子井戸活性層の前記GaAs基板に対する引張り歪の量は、該歪量を Δ_2 とし、活性層の格子定数を a_2 とした場合 $\Delta_2 = (a_{\text{GaAs}} - a_2) / a_{\text{GaAs}}$ で表されるものである。一般に、格子定数 a_2 としては歪量 $0.0\% \leq \Delta_2 \leq 0.0025$ である。こゝをいい、「前記InGaAs量子井戸活性層が、前記GaAs基板に格子整合する状態、もしくは、前記GaAs基板に対して 0.003 までの引張り歪を有する組成」とは、 $-0.0025 \leq \Delta_2 \leq 0.003$ と範囲を組成をいう。

[0012]

【発明の効果】 本発明の半導体レーザは、活性層がAIを含む少ない組成で構成されているため、活性層にAlを含む従来の0.8 μm波長半導体レーザーと比較して耐久性の面で劣性傾向を有している。また、InGaPであるいはInGaP引張り変形特性が高いことと、活性層近傍等の格子緩和が生じることができ、素子の光出力端面における光の吸収を低減することができる。また、InGaAsPあるいはInGaP引張り変形層により活性層よりバリア層との障壁高さを大きくすることにより、活性層から光準渡層への電子および正孔の流れを低減させることができる。これにより、駆動電圧を低減させることができ、素子端面における熱抵抗を低

05

減することができるので、高出力発振時における素子の信頼性を向上させることができる。

[0013]

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0014】図1は、本発明の第1の実施形態に係る半導体レーザーの断面図である。この半導体レーザーの構成を、作製方法と併せて説明する。

[illegible]

【0016】また、本実施形態においては、量子井戸活性層5は基板1に格子整合する組成とし、また、引張り

変バリア層は基板1に対する変量が0.007 となる組成と
 してその層厚を5 nmとす。なお、量子井活性層は
 GaAs基板に対して変量0.003までの引張り歪を有する組
 成であつてもよく、さらに、多価量子井層構造であつて
 もよいが、活性層の引張り歪量と活性層の結合の厚み
 (合計層厚)との積は、0.1 nm以内とする。また、引
 張り変バリア層は、その合計層厚が10~30 nmの範囲の
 所定の厚さで、変量×合計層厚=0.05~0.2 nmとなる
 組成であればよい。

【0017】上記半導体レーザと、該半導体レーザと同様に形成された引張り変バリア層を有しない90m μ m幅のストライプを有する半導体レーザ素子とについて詳細を行った結果を図2および図3に示す。図2は、引張り変バリア層を有する発光型の半導体レーザ素子（英錦）と引張り変バリア層を有しない素子（点錦）の最高出力の比較を示したものであり、図3は本発明の半導体レーザ素子（○）と引張り変バリア層を有しない素子（×）の閾電流密度 I_{th} の温度依存性を示したものである。図2および図3から、引張り変バリア層を有する本発明の半導体レーザは、引張り変を有しない素子に較べて、最高光出力は約0.3W大きく（図2参照）、閾電流の温度依存性は小さい（図3参照）という結果が得られた。

【0018】 一般に、閉路電流 I_{th} の温度依存性は $I_{th}(T) = I_0 \exp(T/T_0)$ で表される。ここで、 T_0 は特性温度であり、この特性温度が高いほど素子の閉路電流の温度依存性は小さく、高出力発振時において安定性が向上した素子であるといえる。引續り図バリエーションを有す

+

(4)

5
素子においては、20℃から50℃の範囲では $T_0 = 223$ Kであり、引張/歪み/くり層を有しない素子より30 K 超特性温度が上昇した。また、50℃から80℃の高温度においては本発明のレーザー素子の特性温度は25 Kであり、バリア層を有しない素子より15 K 超特性温度が上昇した。

【0019】本半導体レーザは、活性層4にAlを含む、
いた耐永久性が高く、また、上述のように活性層の上下
層に引張り変形層4、6を備えたことによる活性層
近傍の格子緩和と出力モードギャップを大きくすること
ができ、結果として出力特性面における光の吸収を低減す
ることができ、また、引張り変形層4層により、活
性層とバリウム層との障壁を大きくすることにより、活
性層から光障壁層への電子および正孔の漏れを低減する
ことができ、以上の効果により、駆動電流を低減すること
ができ、素子端面における発熱を低減することができ
ることで高出力稼働においてより信頼性の高い0.8 μm
帯の半導体レーザを実現することができ、

【0020】また、上記実施の形態では、GaAs基板はn型の導電性を用いているが、p型の導電性の基板を用い、p型半導体層から成長させて半導体レーザを構成してもよい。

【0021】なお、上記実施の形態においては、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、コシタクト層上にストライプ状の電流注入窓を有する絶縁膜を形成した利得増強型ストライプレーザとしてもよ

い。さらに、上記本実施形態の半導体レーザの半導体層構造を、通常のフォトリソグラフィやドライエッチングを用いて作製される、屈折率逆増大付与半導体レーザ、反射格子付きの半導体レーザ、もしくは、光波導回路等に適用することもできる。

【0022】次に本発明の第2の実施形態に係る半導体レーザの断面形状を、その作製工程途中の状態と共に図4に示す。以下、この半導体レーザの層構成を製作方法と併せて説明する。

【0023】有限酸素組成成長法によりn-GaAs基板21上に、 $-Ga_{1-x}Al_xAs_2$ クラッド層22、 n または $-In_xGa_{1-x}As_2$ 層23、 p 層24、 $-In_xGa_{1-x}As_2$ 層25、 p 層26、 $-Ga_{1-x}Al_xAs_2$ クラッド層27、 n または $-In_xGa_{1-x}As_2$ 層28、 p 層29、 $-Ga_{1-x}Al_xAs_2$ クラッド層30、 p 層31を順次覆い、さらにこのコンタクト層31上にSiO₂等の絶縁層32を形成する。

(図4 (a))

【0024】この後、通常のリソグラフィにより、絶縁32の、幅 $3\mu\text{m}$ 程度のストライプ状部分32aを残して、その両サイドの幅 $6\mu\text{m}$ 程度のストライプ状部分32bを除去し（図面（b））、この残されたストライプ状

(6)

7

みとする。次に絶縁膜52aを除去してから、リッジ部および露出している上部第一クラッド層48の全面に絶縁膜53を形成する(図面(d))。次いで、通常のリングラフィーに於いて、絶縁膜53のリッジストライプ上に形成された部分を除き(図面(e))、露出されたコンタクト層50を覆うようにしてp側電極54を形成し、その後、基板41の研究を行いn側電極55を形成する(図面(f))。

【0029】その後、試料を劈開して形成した共振器面の一面に高反射率コート、他面に低反射率コートを行ない、チップモードを形成する。上記構造により、単一モードを保つことができ、高いレベルの光出力のレーザ光を発生させることができる。

【0030】さらにまた、上記と同様のエッチング停止機構を用いて、3回の成膜工程を繰り返す行うことにより、理め込み構造の屈折率導波レーザを作成することも可能である。

【0031】次に、本発明の第4の実施形態について説明する。図6は、本発明の第4の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構成を、作製方法と併せて説明する。

【0032】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板101上に、n-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層102、nまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層103、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層104、In_{0.3}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層105、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層106、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層107、p-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層108、p-GaAsコンタクト層109を形成する。次いでコンタクト層109の上にp側電極110を形成し、その後基板101を研削してからn側電極111を形成する。

【0033】次に、試料を図の低面に垂直な面で劈開して形成した2つの共振器面の一方に高反射率コート、他方に低反射率コートを施して、本実施形態の半導体レーザが完成する。

【0034】本実施形態においても、量子井戸活性層105はGaAs基板101に格子整合する組成、あるいは、この基板101に対して歪量0.003までの引張り歪を有する組成とする。さらに量子井戸活性層は多重量子井戸構造であってもよいが、活性層の引張り歪量と活性層の合計の厚み(合計層厚)との積は、0.1nm以内とする。

【0035】また、引張り歪バリ層は、その合計層厚が10~30nmの範囲の所定の厚さで、歪量×合計層厚=0.05~0.2nmとなる組成とする。引張り歪バリ層は、3元のIn_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層であってよい。

【0036】本実施形態においても、上述の通りの構成を採用していることにより、既に説明した実施形態におけるのと同様の効果を得られる。

【0037】なおこの場合も、単純な全面電極形成型の

8

半導体レーザについて説明したが、コンタクト層109上にストライプ状の電流注入窓を有する絶縁膜を形成した利得増強型ストライプレーザとしてもよい。さらに、本実施形態の半導体レーザの半導体層構成を、通常のフートリソグラフィやドライエッチングを用いて作製され、屈折率導波機構付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザ、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

【0038】また、上記実施の形態では、GaAs基板はn型の導電性のものを用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

【0039】次に本発明の第5の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程途中の状態で共に図7に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0040】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板121上に、n-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層122、nまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層123、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層124、In_{0.3}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層125、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層126、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層127、p-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層128、p-GaAsコンタクト層129を順次積層し、さらにこのコンタクト層129上にSiO₂等の絶縁膜130を形成する(図7(a))。

【0041】この後、通常のリングラフィーにより、絶縁膜130の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の絶縁膜130を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜130をマスクとしてウェットエッチングにより、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層127の上面までエビタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0042】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素水系のものを用いてp-GaAsコンタクト層129をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層128を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層127の上面で自動的に停止する。なおpまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層127の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

【0043】次に絶縁膜130を除去後、リッジ部および露出している光導波層127の全面に絶縁膜131を形成する(図面(b))。次いで、通常のリングラフィーにより、リッジストライプ部上面の絶縁膜131を除去し、露出したコンタクト層129を覆うようにしてp側電極132を形成し、その後、基板121の研究を行ってからn側電極133を形成する(図面(c))。

【0044】次に、試料を劈開して形成した共振器面の

(6)

9

一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザが完成する。

【0045】上記構造により、単一モードを保つことができ、高いレベルの光出力0.8μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0046】以上は従来ストライプの単一モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、4元のIn_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_yから形成してもよい。

【0047】次に、本発明の第6の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程途中の状態で共に図8に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0048】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板141上に、n-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層142、nまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層143、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層144、In_{0.3}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層145、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層146、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層147、p-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層148、p-GaAsキャップ層149を順次積層し、さらにこのキャップ層149上にSiO₂等の絶縁膜150を形成する(図8(a))。

【0049】この後、通常のリングラフィーにより、絶縁膜150の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の絶縁膜150を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜150をマスクとしてウェットエッチングにより、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層147の上面までエビタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0050】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素水系のものを用いてp-GaAsキャップ層149をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層148を除去すれば、エッチングがpまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層147の上面で自動的に停止する。

【0051】その後、選択成長により、クラッド層148より屈折率の小さい、厚みが1μm程度の、基板141に格子整合するn-In_{0.48}(Al_{0.1}Ga_{0.9})₂1) 0.52p電流阻止層151を形成する(図面(b))。

【0052】なおp-In_{0.48}(Al_{0.1}Ga_{0.9})₂1) 0.52p電流阻止層151の組成と、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層147の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような組成、厚みとする。

【0053】次に絶縁膜150を除去し、さらにこのp-GaAsコンタクト層152を形成し、さらにこのp-GaAsコンタクト層152の上にp側電極153を形成し、その後、基板141の研究を

10

行なってからn側電極154を形成する(図面(c))。【0054】次に、試料を劈開して形成した共振器面の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザが完成する。

【0055】上記構造によりこの場合も、単一モードを保つことができ、高いレベルの光出力0.8μm帯のレーザ光を発生させることができる。

【0056】以上は従来ストライプの単一モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光導波層の厚みは50~400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、3元のIn_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}から形成してもよい。

【0057】次に、本発明の第7の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程途中の状態で共に図9に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0058】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板161上に、n-In_{0.48}Q_{0.52}クラッド層162、nまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層163、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層164、In_{0.3}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層165、i-In_{0.2}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層166、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層167、p-In_{0.48}Q_{0.52}上部第一クラッド層168、p-In_{0.48}Q_{0.52}上部第二クラッド層170、p-GaAsコンタクト層171を順次積層し、さらにこのp-GaAsコンタクト層171の上にSiO₂等の絶縁膜172を形成する(図9(a))。なおp-In_{0.48}Q_{0.52}上部第一クラッド層168は、基板161に格子整合し、かつ量子井戸活性層165よりもバインドギャップが大きい組成とする。

【0059】この後、通常のリングラフィーにより、絶縁膜172の中央部に幅3μm程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6μm程度のストライプ状の絶縁膜172を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜172をマスクとしてウェットエッチングにより、p-In_{0.48}Q_{0.52}上部第一クラッド層168、p-In_{0.48}Q_{0.52}上部第二クラッド層170を除去すれば、エッチングがp-In_{0.48}Q_{0.52}上部第一クラッド層168を除去してリッジストライプを形成する。

【0060】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素水系のものを用いてp-GaAsコンタクト層171をエッチングし、塩酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}Q_{0.52}上部第二クラッド層170を除去すれば、エッチングがp-In_{0.48}Q_{0.52}上部第一クラッド層168を除去してリッジストライプを形成する。

【0061】なお、pまたはi-In_{0.1}Ga_{1-x}As_{1-y}P_y層167の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率導波が高出力領域まで達成できるような厚みとする。

(7)

11

【0062】次に絶縁膜172を除去してから絶縁膜173を形成し(図面(b))、その後通常のリングラファイアによりリッジストライプ上の絶縁膜173を除去して、その上にp側電極174を形成し、その後、基板16の研削を行なってからn側電極175を形成する(図面(c))。

【0063】次に、材料を劈開して形成した共振器の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

【0064】上記構造によりこの場合も、単一モードを保つまま、高いレベルの光出力の0.8 μ m帯のレーザ光を発生させることができる。

【0065】以上は波ストライプの単一モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光線波長と上部第一クラッド層の合計の厚みは100～400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、3元のIn₂Se_{0.1}-x₂P引張り歪バリ層から形成してもよい。

【0066】図10は、本発明の第8の実施形態に係る半導体レーザの断面図である。この半導体レーザの構造を、作製方法と併せて説明する。

【0067】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板201上に、n-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長202、n- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長203、i-In_{0.26}a1-x₂As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層204、In₂Se_{0.1}-x₃As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層205、i-In_{0.26}a1-x₄As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層206、p- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長207、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長208、p-GaAsコンタクト層209を順次積層する。

【0068】次いでp-GaAsコンタクト層209の上にp側電極10を形成し、その後、基板201の研削を行なってからn側電極211を形成する。次に、材料を劈開して形成した共振器の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

【0069】上記構造によりこの場合も、単一モードを保つまま、高いレベルの光出力の0.8 μ m帯のレーザ光を発生させることができる。

【0070】なおこの場合も、単純な全面電極形成型の半導体レーザについて説明したが、上記の構造に絶縁膜ストライプを形成して利得構造型ストライプレーザとしてもよい。さらに、本実施形態の半導体レーザの半導体層構成を、通常のフォトリソグラフィやドライエッチングを用いて作製される。屈折率調整層付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザ、もしくは、光集積回路等に適用することもできる。

【0071】また、上記実施形態では、GaAs基板はn型のものである。上記構造は、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。

(8)

13

【0080】以上は波ストライプの単一モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光線波長の厚みは50～400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、4元のIn₂Se_{0.1}-x₂As_{1-y}P_y2 から形成してもよい。

【0081】次に、本発明の第10の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程中の状態と共に図11に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0082】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板241上に、n-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長242、n- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長243、i-In_{0.26}a1-x₂As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層244、In₂Se_{0.1}-x₃As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層245、i-In_{0.26}a1-x₄As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層246、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長247、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長248、p-GaAsコンタクト層249を順次積層し、さらにこのキャップ層249上にSiO₂等の絶縁膜250を形成する(図12(a))。

【0083】この後、通常のリングラファイアにより、絶縁膜250の中央部に幅3 μ m程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6 μ m程度のストライプ状の絶縁膜250を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜250をマスクとしてウェットエッチングにより、p- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長247の上面までエビタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0084】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層249をエッチングし、また硫酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 0.52Pクラッド層248を除去すれば、エッチングがp- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長247の上面で自動的に停止する。

【0085】その後、選択成長により、クラッド層248より屈折率の小さい、厚みが1 μ m程度の、基板241に格子整合するn-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 0.52P電流阻止層251を形成する(図面(b))。

【0086】なおn-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 0.52P電流阻止層251の組成と、p- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長227の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率調整が高出力領域まで達成できるように組成、厚みとする。

【0087】次に絶縁膜250を除去して、p-GaAsコンタクト層252を形成し、さらにこのp-GaAsコンタクト層252の上にp側電極253を形成し、その後、基板241の研削を行なってからn側電極254を形成する(図面(c))。

【0088】次に、材料を劈開して形成した共振器の一面、他面にそれぞれ高反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。

14

【0089】上記構造によりこの場合も、単一モードを保つまま、高いレベルの光出力の0.8 μ m帯のレーザ光を発生させることができる。

【0090】以上は波ストライプの単一モードレーザについて述べたが、上記構造は幅広ストライプマルチモードにも適用できる。その場合、光線波長の厚みは50～400nmの間に設定すればよい。また引張り歪バリ層は、3元のIn₂Se_{0.1}-x₂P引張り歪バリ層から形成してもよい。

【0091】次に、本発明の第11の実施形態に係る半導体レーザの断面図を、その作製工程中の状態と共に図13に示す。以下、この半導体レーザの層構成を作製方法と併せて説明する。

【0092】有機金属気相成長法によりn-GaAs基板261上に、n-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長262、n- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長263、i-In_{0.26}a1-x₂As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層264、In₂Se_{0.1}-x₃As_{1-y}P_y3 量子井戸活性層265、i-In_{0.26}a1-x₄As_{1-y}P_y2 引張り歪バリ層266、p- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長267、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長268、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長269、p-GaAsコンタクト層270、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長271を順次積層し、さらにこのp-GaAsコンタクト層271の上にSiO₂等の絶縁膜272を形成する(図13(a))。なおp-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y4 エッチング阻止層269は、基板261に格子整合し、かつ量子井戸活性層265よりもバンドギャップが大きき組成とする。

【0093】この後、通常のリングラファイアにより、絶縁膜272の中央部に幅3 μ m程度のストライプ状部分を残して、その両サイドの幅6 μ m程度のストライプ状の絶縁膜272を除去する。そして、この残されたストライプ状の絶縁膜272をマスクとしてウェットエッチングにより、p-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y4 エッチング阻止層269の上面までエビタキシャル層を除去してリッジストライプを形成する。

【0094】このとき、エッチング液として硫酸と過酸化水素系のものを用いてp-GaAsコンタクト層271をエッチングし、硫酸系のエッチング液を用いてp-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 0.52P上部第二クラッド層270を除去すれば、エッチングがp-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y4 エッチング阻止層269の上面で自動的に停止する。

【0095】なお、p- μ まにはi-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 光線波長267およびp-In_{0.48}(Al_{1.5}Ga_{1.5}-x₁)As_{1-y}P_y1 0.52P上部第一クラッド層268の厚みは、共振器の中央部のリッジ構造の幅の導波路において、単一基本モードによる屈折率調整が高出力領域まで達成できるように厚みとする。

【0096】次に絶縁膜272を除去してから絶縁膜273を形成し(図面(b))、その後通常のリングラファイアによりリッジストライプ上の絶縁膜273を除去して、その上にp側電極274を形成し、その後、基板261の研削を行

(10)

18

204	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
205	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
206	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
207	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
208	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
209	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
210	p 側電極	p 側電極
211	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
221	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
222	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
223	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
224	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
225	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
226	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
227	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
228	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
229	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
232	p 側電極	p 側電極
233	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
241	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
242	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
243	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
244	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
245	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
246	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
247	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
248	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
249	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
252	p 側電極	p 側電極
253	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
254	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
261	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
262	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
263	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
264	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
265	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
266	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
267	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
268	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
269	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
270	p 側電極	p 側電極
271	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
274	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
275	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層

17

106	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
107	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
108	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
109	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
110	p 側電極	p 側電極
111	n 側電極	n 側電極
121	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
122	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
123	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
124	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
125	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
126	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
127	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
128	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
129	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
132	p 側電極	p 側電極
133	n 側電極	n 側電極
141	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
142	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
143	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
144	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
145	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
146	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
147	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
148	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
149	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
152	p 側電極	p 側電極
153	n 側電極	n 側電極
164	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
161	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
162	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
163	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
164	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
165	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
166	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
167	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
168	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
169	p-GaAs コンタクト層	p-GaAs コンタクト層
170	p 側電極	p 側電極
171	n 側電極	n 側電極
174	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
201	n-GaAs 基板	n-GaAs 基板
202	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
203	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層

(9)

16

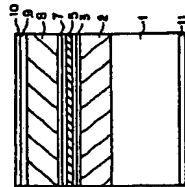
およびその作製工程途中の状態を示す断面図	およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図11】本発明の第9実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図11】本発明の第9実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図12】本発明の第10実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図12】本発明の第10実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図13】本発明の第11実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図13】本発明の第11実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【符号の説明】	【符号の説明】
1 n-GaAs 基板	1 n-GaAs 基板
2 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	2 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
3 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	3 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
4 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	4 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
5 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	5 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
6 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	6 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
7 p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	7 p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
8 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	8 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
9 p-GaAs コンタクト層	9 p-GaAs コンタクト層
10 p 側電極	10 p 側電極
11 n 側電極	11 n 側電極
21 n-GaAs 基板	21 n-GaAs 基板
22 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	22 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
23 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	23 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
24 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	24 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
25 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	25 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
26 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	26 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
27 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	27 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
28 p-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	28 p-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
29 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	29 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
30 p-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	30 p-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
31 p-GaAs コンタクト層	31 p-GaAs コンタクト層
34 p 側電極	34 p 側電極
35 n 側電極	35 n 側電極
41 n-GaAs 基板	41 n-GaAs 基板
42 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	42 n-Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
43 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	43 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
44 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	44 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
45 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	45 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層
46 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層	46 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 2 引張り変バリア層
47 p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	47 p または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
48 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	48 p-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
49 p-GaAs コンタクト層	49 p-GaAs コンタクト層
50 p 側電極	50 p 側電極
54 p 側電極	54 p 側電極
55 n 側電極	55 n 側電極
101 n-GaAs 基板	101 n-GaAs 基板
102 n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	102 n-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
103 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	103 n または i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
104 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層	104 i-In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1 光導波層
105 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層	105 In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 量子井戸活性層

15

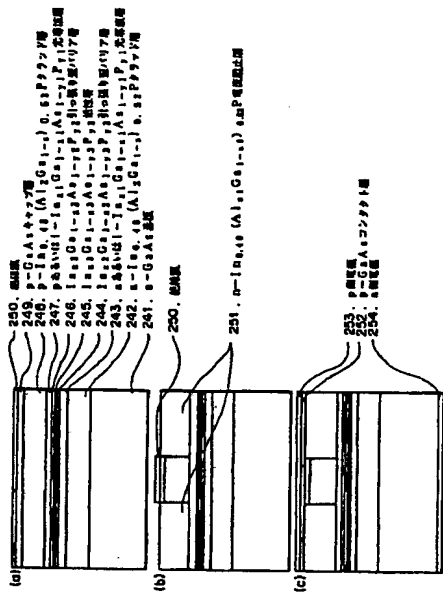
なっているからn側電極275を形成する(図面(c))。	なっているからn側電極275を形成する(図面(c))。
【0097】次に、材料を劈開して形成した其装置面の一面、他面にそれぞれ高低反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。	【0097】次に、材料を劈開して形成した其装置面の一面、他面にそれぞれ高低反射率コート、低反射率コートを施し、その後、チップ化することにより半導体レーザ素子が完成する。
【0098】上記劈開によりこの場合も、単一様モードを保持する、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。	【0098】上記劈開によりこの場合も、単一様モードを保持する、高いレベルの光出力の0.8 μm帯のレーザ光を発生させることができる。
【0099】以上は概略的な実施形態であるが、本発明の第9実施形態は、上記構造は、量子井戸構造と量子井戸構造との間に量子井戸構造を形成し、量子井戸構造の厚みを100〜400 nmの間に設定すればよい。また、引張り変バリア層は、3元のIn ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1から形成してもよい。また、この実施形態では、p型の導電性基板はn型の導電性を用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。	【0099】以上は概略的な実施形態であるが、本発明の第9実施形態は、上記構造は、量子井戸構造と量子井戸構造との間に量子井戸構造を形成し、量子井戸構造の厚みを100〜400 nmの間に設定すればよい。また、引張り変バリア層は、3元のIn ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 1から形成してもよい。また、この実施形態では、p型の導電性基板はn型の導電性を用いているが、p型の導電性の基板を用いることも可能であり、その場合は上述した全ての導電性を反対にすればよい。
【0100】さらに、以上説明した実施形態では特に量子井戸が単一で、光導波層組成が一定のSQW-SC Hと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数するMQWとしてもよい。	【0100】さらに、以上説明した実施形態では特に量子井戸が単一で、光導波層組成が一定のSQW-SC Hと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数するMQWとしてもよい。
【0101】また、前記In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 活性層の組成比等を制御することにより、発波長は、750nm < λ < 850nm の範囲で制御が可能である。	【0101】また、前記In ₂ Ga _{1-x} As _{1-y} P _y 3 活性層の組成比等を制御することにより、発波長は、750nm < λ < 850nm の範囲で制御が可能である。
【0102】また、半導体層の成長法としては上述の有機金属気相成長法の他、固体あるいはガス原料とする分子線エピタキシャル成長法を用いてもよい。	【0102】また、半導体層の成長法としては上述の有機金属気相成長法の他、固体あるいはガス原料とする分子線エピタキシャル成長法を用いてもよい。
【0103】なお、本発明の半導体レーザは高速な情報・画像処理および通信、計測、医療、印刷等の分野で光源としても応用可能である。	【0103】なお、本発明の半導体レーザは高速な情報・画像処理および通信、計測、医療、印刷等の分野で光源としても応用可能である。
【図面の簡単な説明】	【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の第1実施形態による半導体レーザを示す断面図	【図1】本発明の第1実施形態による半導体レーザを示す断面図
【図2】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との最高光出力を示すグラフ	【図2】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との最高光出力を示すグラフ
【図3】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との閾値電流の温度依存性を示すグラフ	【図3】上記第1実施形態による半導体レーザと比較例との閾値電流の温度依存性を示すグラフ
【図4】本発明の第2実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図4】本発明の第2実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図5】本発明の第3実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図5】本発明の第3実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図6】本発明の第4実施形態による半導体レーザを示す断面図	【図6】本発明の第4実施形態による半導体レーザを示す断面図
【図7】本発明の第5実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図7】本発明の第5実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図8】本発明の第6実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図8】本発明の第6実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図9】本発明の第7実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図9】本発明の第7実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図
【図10】本発明の第8実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図	【図10】本発明の第8実施形態による半導体レーザ、およびその作製工程途中の状態を示す断面図

(11)

【図1】

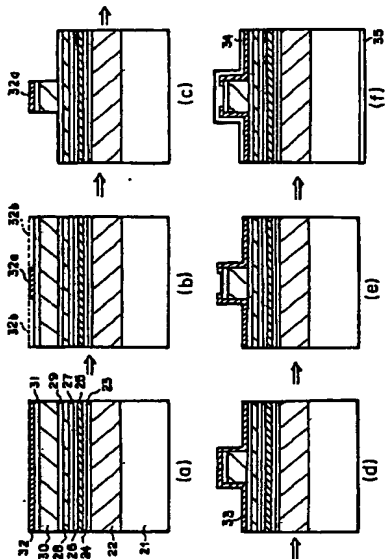


【図2】

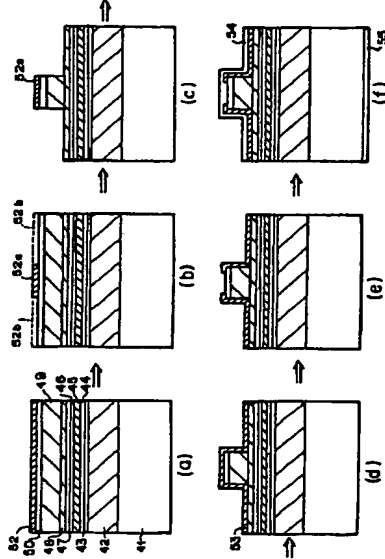


(12)

【図4】

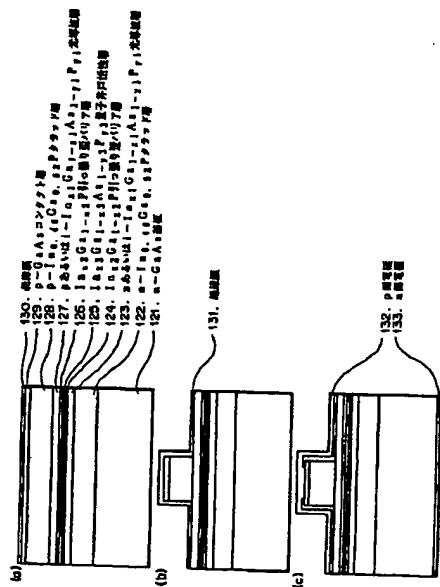


【図5】



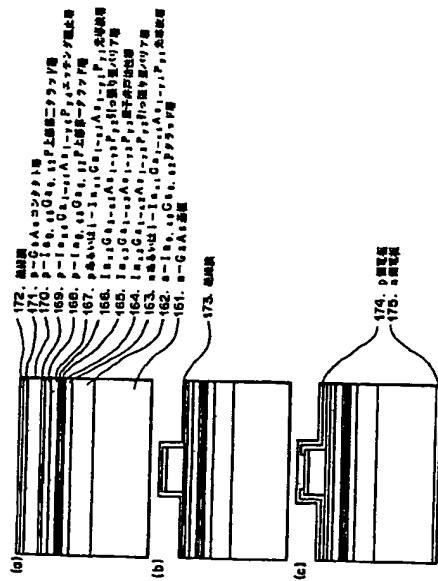
(13)

【圖7】

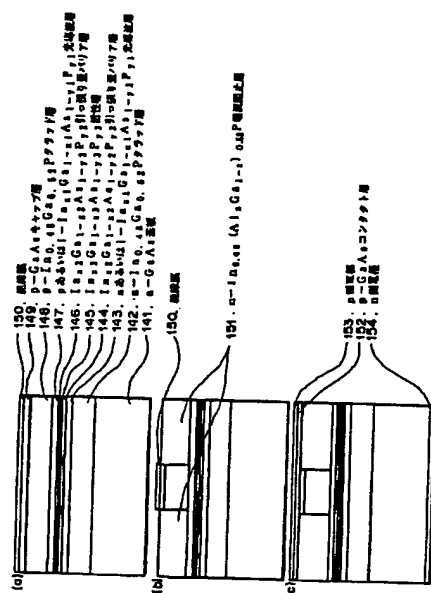


(14)

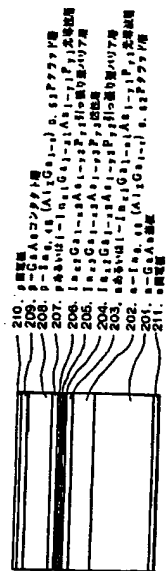
【図9】



【8】

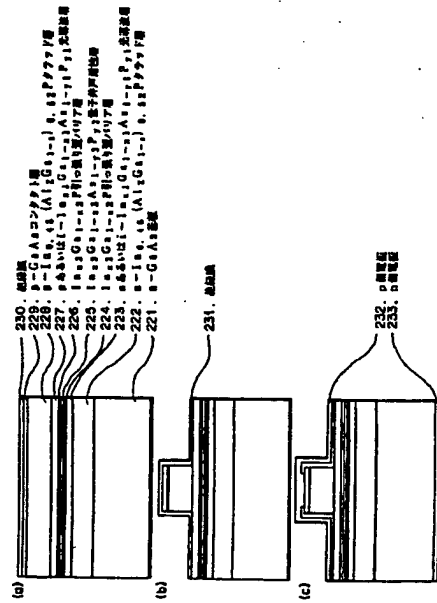


【10】



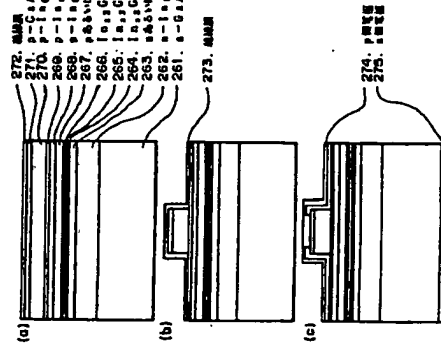
(15)

【図11】



(16)

【図13】



【手続補正書】

【提出日】平成10年11月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 GaAs基板上に、pおよびn型の一方の導電性を有する第一クラッド層、第一光導波層、In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_{2y}量子井活性層、In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_{2y}第二バリア層、第二光導波層、p型およびn型の他方の導電性を有する第二クラッド層がこの順に積層されてなる半導体レーザ装置であって、

前記第一および第二クラッド層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、

前記第一および第二光導波層が前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、

前記第一および第二バリア層が、前記GaAs基板に対して引張り強さを有する、合計層厚10～30nmの層であって、その引張り強さの強度×合計層厚＝0.05～0.2nmを満たす組成からなり、

前記In₂Ga_{1-x}As_{1-y}P_{2y}量子井活性層が、前記GaAs基板に格子整合する組成、もしくは、前記GaAs基板に対して0.003までの引張り強さを有する組成からなるものであつて、前記GaAs基板に格子整合する組成からなるものであつて、